

**Procesparameters en de kwaliteit
van de in de grond gevormde paal -
I
EINDNOTITIE**

Dirk Pereboom

1221317-000

Titel

Procesparameters en de kwaliteit van de in de grond gevormde paal - I
EINDNOTITIE

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
TKI Deltatechnologie	1221317-000	1221317-000-GEO-0023	9

Trefwoorden

Procesparameters, Eindnotitie, paalkwaliteit

Samenvatting

Dit is een samenvattend rapport over onderzoek dat in 2016 en 2017 is uitgevoerd aan een mogelijk verband tussen machine instellingen tijdens de installatie van de grond verdringende schroefboorfunderingspaal, in combinatie met gegevens van de ondergrond, en de kwaliteit van de paal. Hoofdstuk 2 geeft de samenvatting en de conclusies, hoofdstuk 3 gaat in op de voortzetting van het onderzoek. De overige hoofdstukken betreffen projectgegevens (hfdst. 1), geleverde rapporten (hfdst. 4), publikaties (hfdst. 5), de website (hfdst. 6) en overige producten (hfdst. 7).

Referenties

TKI Deltatechnologie, Brief2016-0620160519 toekenning inzet TKI toeslag - Deltares.pdf

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	Juni 2017	D. Pereboom		R. Stoevelaar		A.T. Aantjes	
2	Sept 2017	D. Pereboom		R. Stoevelaar		A.T. Aantjes	
3	Okt 2017	D. Pereboom		R. Stoevelaar		A.T. Aantjes	

Status

definitief

Inhoud

1 Projectgegevens	1
2 Samenvatting en Conclusie	1
2.1 Samenvatting	1
2.2 Conclusie	2
3 Voortzetting onderzoek	2
3.1 Mening Consortium	2
3.2 Bayesian Belief Network	5
3.3 Enquête	6
4 Geleverde rapporten	7
5 Publikaties	8
6 Website	9
7 Overige producten	9
8 Bijlage: pdf van BBN layout	9

1 Projectgegevens

<u>Titel project:</u>	Procesparameters en de kwaliteit van de in de grond gevormde paal - I
<u>Consortiumsamenstelling:</u>	GeoConsult B.V., BAM Speciale Technieken, Fundex Companies, Van 't Hek B.V., Volker Staal en Funderingen, Bauer Funderingstechniek B.V., het voormalige samenwerkingsverband Geo-Impuls en Deltares
<u>Projectnummer Deltares:</u>	1221317
<u>TKI nummer:</u>	DEL037

2 Samenvatting en Conclusie

2.1 Samenvatting

Het onderzoek heeft zich gericht op de vraag of door het meten en interpreteren van machine instellingen tijdens de installatie van de paal, in combinatie met gegevens van de ondergrond, direct een uitspraak kan worden gedaan over de kwaliteit van de paal. Bij de machine instellingen horen o.a. gegevens over penetratiesnelheid, pulldown kracht, draaimoment (koppel) en toerental, bij gegevens van de ondergrond o.a. bodemgelaagdheid en sondeergegevens. Ook kunnen metingen aan de gemaakte paal zoals bijv. 'Hamertje tik', nasonderingen of resultaten van proefbelastingen worden benut.

Met behulp van relaties tussen de machine instellingen onderling en tussen de machine instellingen en andere gegevens en metingen, is gezocht naar regels waaraan voldaan moet worden om het maken van de paal optimaal, d.w.z. leidend tot een goede eindkwaliteit, uit te voeren.

Voor het inboor- en het maakproces van de paal zijn die regels in een Bayesian Belief Network (BBN) ondergebracht. Het gedeelte over inboren bevat bijv. expert kennis over de invloed van de inboortijd, de verticale snelheid, en de verhouding tussen indrukkraft (pull – down) en moment (torque) op de kwaliteit van het boorproces en daarmee van de uiteindelijke paal. Het gedeelte over het maakproces gaat bijv. in op de invloed van de speciedruk en dikte van vervormbare lagen waardoor er diameter afwijkingen van de paal (uitstulping of insnoering) kunnen ontstaan. Ook de invloed van de treksnelheid, de aanwezigheid van grove lagen (bepalen specieverlies) en die van waterdrukverschillen over een afsluitende laag op de kwaliteit van de paal zijn opgenomen.

Voor twee van de partijen zijn de metingen geanalyseerd die op de machine bij het inboren en maken van palen zijn uitgevoerd. Per paal kan een 'geboortesheet' worden gemaakt waarin gegevens van de paal en van de bodem (sondering) staan opgenomen. Tevens geeft dat sheet aan in hoeverre er aan de theoretische verbanden tussen bijv. sondeerwaarde en wegdruckkraft wordt voldaan. Ook voor het gehele funderingsproject kan dan worden afgeleid in welke mate voor alle palen samen aan die verbanden is voldaan. Deze en andere uitkomst zijn in het BBN ondergebracht.

Ook de 'Hamertje tik' metingen zijn in de analyse opgenomen, voor de projecten waren geen nasonderingen of resultaten van proefbelastingen beschikbaar.

Door middel van werksessies zijn aspecten benoemd die voor het proces van boren en maken van de paal en voor het BBN van belang zijn. Naast de al in het BBN opgenomen aspecten zijn ook nog op te nemen aspecten geïnventariseerd en is de prioritering van het

totaal bepaald. Daarbij zijn naast de consortiumpartners in juni en in september 2017 ook de leden van de NVAF Contactgroep 4 (in de grond gevormde technieken) geraadpleegd. Dit heeft ook een lijst van onderwerpen voor verder onderzoek opgeleverd.

2.2 Conclusie

Geconcludeerd is dat ('proof of concept') een dergelijk kennissysteem met een BBN het verder bevorderen van kwaliteitsbeheersing bij het maken van in de grond gevormde palen mogelijk maakt. Het beter controleren (en validatie van d.m.v. proeven te verwerven meetgegevens) van de gebruikte relaties is noodzakelijk, evenals het gebruik kunnen maken van gegevens van nasonderingen of proefbelastingen. Ook het opnemen van (geprioriteerde) extra aspecten is gewenst. Naar verwachting kan hiermee tot een volwaardig BBN worden gekomen. Uitbreiding naar andere typen schroefboorpalen zonder en met groutinjectie heeft daarbij eveneens voorkeur.

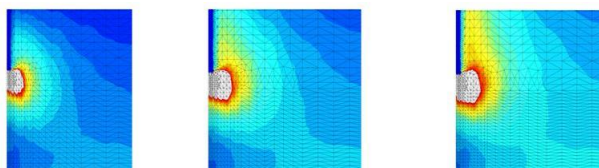
3 Voortzetting onderzoek

3.1 Mening Consortium

In de maand september 2017 zijn met de afzonderlijke partners gesprekken gevoerd om hun visie t.a.v. de voortzetting vast te stellen. In de Eindbijeenkomst van 25 september 2017 is deze discussie afgerond. Het volgende overzicht gaat hier op in.

Bundeling van onderzoek. Er is veel lopend en opstartend onderzoek. Daarbij aansluiten is gewenst (programmatische aanpak met door de belanghebbenden gedragen prioritering). Onderzoeken zijn:

- Uitgevoerde paalproeven proefveld De Nijs, Terneuzen (o.a. Fundex palen)
- Door NVAF gecoördineerde schaal proeven bij Van 't Hek, Midden-Beemster (o.a. BAM, VSF, Van 't Hek)
- Onderzoek TUDelft (Ken Gavin + 5 PhD's) met Havenbedrijf Rotterdam in combinatie met nieuw ontwerpmodel / MPM voor inzicht (RWS, Deltares+ TKI) (Figuur 3.1)



Indringdiepte 8D Indringdiepte 12D Indringdiepte 16D

Horizontal stress (zoom in) $\varphi = 30$, $\psi = 0$,
 $\mu = 0.57$

Voor dit lopende jaar kan de Deltares input bestaan uit het verkennen van de mogelijkheden (oriënterende berekeningen) hiertoe met behulp van de vorige maand intern beschikbaar gekomen "2D axiaal symmetrische" versie, waarbij de rekensnelheid een factor 40 is opgevoerd. Eerdere rekentijden van weken per simulatie is nu teruggebracht tot uren.

Figuur 3.1 Rekenexercities met voorloper nieuw ontwerpmodel / MPM

- Onderzoek Energy piles (TUDelft, Phil Fardon)
- JIP Procesparameters en JIP SBPMonitor
- Onderzoek Stefan van Baars (Univ. Luxemburg).

Het proces van al deze onderzoeken, ook dat van 'Procesparameters' moet doorgaan. Maak het daarbij grijpbaar, (de resultaten van) het onderzoek moeten vanuit de theorie op de praktijk gericht zijn, we zoeken resultaten waar in de praktijk van gezegd wordt "het werkt!".

Aandacht voor de uitvoeringswijze is van belang, inclusief begrip voor wat machinist en pompenist doen. Bijvoorbeeld, wanneer en waarom besluit de machinist 'terug te draaien' om daarna de grond weer beter 'te pakken'. Informatieoverdracht tussen constructeur en geotechnicus over hetgeen tijdens de uitvoering is gebeurd (over het boor- en maakproces) is noodzakelijk.

Grondonderzoek. Voldoende en kwalitatief goed grondonderzoek en interpretatie (bijv. van kleefgetal) is basis voorwaarde. Ook aandacht voor verzadigde en onverzadigde grond en aspecten m.b.t. lucht-/gasinsluitingen. Bij doorontwikkeling van BNN (ook) inzoomen op de rol van grondparameters.

Praktijk t.a.v. 'Voldoende en kwalitatief' is weerbarstig, als aannemer moet je soms met veel minder toe. Als je dan al niet meer weet in welke grond je aan het werk bent, wat vertelt het BBN of een ander model dan nog?

Groutinjectie is niet meer weg te denken¹ en moet worden meegenomen, bijvoorbeeld d.m.v.:

- Ontwikkeling van modellen (bijvoorbeeld MPM voor de simulatie van het boorproces?)
- Bevindingen daaraan gekoppeld, bijv. d.m.v. proefbelastingen
- Andere proeven (bijv. centrifuge proeven?, trekken van palen, kernboringen)

Boorproces. Is nog steeds onduidelijk wat er gebeurt in de grond, zeker in onderscheid tussen grondverwijderend en grondverdringend, met of zonder grout. En met grondverdringend en grout, welk minimum en maximum volume grout kan je toepassen waarbij de kwaliteit gewaarborgd blijft? De uitvoering van het boorproces heeft invloed op wat je meet. Invloed van grout op α_p en α_s .

De in het onderzoek gevonden relaties tussen RPM, spoed, verticale snelheid, torque en pull-down verdienen verdere aandacht omdat ze deels contra-intuïtief zijn of anders zijn dan de gangbare handelwijze. Dit zijn eye-openers die, gegeven de invloed op de kwaliteit van het boorproces, opgevolgd moeten worden.

Streven naar (stapsgewijs uit te voeren) begrip en optimalisatie van:

- uitvoeringswijze van het boorproces
- gebruik van gegevens bij doen van kwalitatieve uitspraken over het resultaat van het boorproces
- gebruik van gegevens bij doen van kwantitatieve uitspraken over het resultaat van het boorproces

¹ *Functies van groutinjectie zijn*

- 1 *Smering langs de schacht*
- 2 *Koeling van de boorkop, zelfs bij werken die met 'droge' palen uitgevoerd kunnen worden, kan koeling die groutinjectie met zich mee brengt al een reden zijn om met groutinjectie te gaan boren*
- 3 *Transport van grond naar slappere lagen, bij dichte lagen is verdringing niet mogelijk en moet het materiaal weg*
- 4 *Goede steunvloeistof houdt de spanningen in stand*
- 5 *Verhoging van draagvermogen.*

Vorm van de punt, bepalend voor steken / losmaken, transport (en citaat: “*verder niet teveel ellende*”). Punt moet “goed schrapend” zijn, “goed grond om de hoek kunnen brengen” en je moet er goed mee kunnen injecteren (“de kamers moet vrij blijven”). Temperatuurontwikkeling bij de punt tijdens het boren is van belang. Te snel uithardende beton is ongewenst, dus bij lastig boren intuïtief sneller gaan draaien en/of harder gaan duwen is ongewenst voor de (eind)kwaliteit. Zie ook voorgaande punt m.b.t. contra-intuïtief. De eerder genoemde door NVAF gecoördineerde schaal proeven kijken ook – met bijdragen van TUafstudeerders - naar de invloed van de punt (op α_p en α_s en veerstijfheid).

Bevindingen & Proefbelastingen. Bevindingen (kennis van paalkwaliteit, bijv. d.m.v. proefbelastingen) zijn nodig om koppeling van proces aan uitspraken over kwaliteit mogelijk te maken. We zijn gewend te denken in proefbelastingen tot bezwijken. Voor kennis van paalkwaliteit eenvoudiger en wel zo waardevol zijn proeven waar belast wordt tot de gebruiksbelasting en het daarmee bepalen van veerstijfheden. Er zijn inmiddels gegevens van diverse proefbelastingen beschikbaar.

Denk ook aan nieuwe technieken die binnen (bijv. m.b.v. een holle buis) in de paal en buiten de paal ingezet kunnen worden. Zie de (deels nog komende) resultaten van Geo-Impuls en vervolgonderzoek, o.a. m.b.t. de ‘seismic tube’ (TKI-project) en de retrievable extensiometer (Fugro, Van 't Hek B.V.).

Database. Database heeft bevindingen nodig, en antwoord op de vraag welke parameters neem je mee, welke parameters zijn relevant? Bijv. t.a.v. groutinjectie: volume, w/c factor, pompsnelheid, druk, wat voor type cement (dämmer, voor gebruik elders afgekeurde cement, weber tec), temperatuurgevoeligheid.

Door meer data kan je ook een leercurve in de modelontwikkeling tot stand brengen.

Een database is nodig om gemeenschappelijke deler tussen verschillende systemen te vinden en om te kunnen zien waar dingen mis gaan.

Financiering - Acceptabel voor TKI?

Gekoppeld aan het bovenstaande.

Bij het opzetten van een database met inboor en betonneergegevens ligt de database bij Deltares (of een andere partij), de funderingsbedrijven leveren datasets van uitgevoerde werken aan. Deltares analyseert deze en stelt AI-modellen² op.

Iedere aangeleverde dataset vertegenwoordigt een bepaalde waarde. Stel dat er met maandelijks binnenkomende datasets iedere maand k€ 5 aan waarde wordt ingebracht. Dit zou maandelijks k€ 5, op jaarbasis maand k€ 60 aan TKI genereren, naast nog eventueel een TKI bijdrage n.a.v. de in kind inspanningen van de funderingsbedrijven die ook naar de datasets studies doen.

Richtlijn of protocol. Er voor waken dat het gestelde in richtlijn of protocol – die gericht op het realiseren van funderingen met een zekere en controleerbare kwaliteit - ook echt uitvoerbaar en praktisch is, want met een eenmaal van kracht geworden protocol moet je lang doen. Daar zouden we naar moeten streven, opzet à la protocol voor GEWI-ankerpalen, dat is nu goed geregeld. Opgebouwd uit resultaten van o.a. studie naar groutinjectie, database gebruik, goede modellen en bevindingen. Protocol zou bijv. aanwijzing kunnen geven t.a.v. de w/c factor. Stel bijv. een begrenzing in tussen 1,0 en 1,5 (goed) en boven 1,5 tot 2. Als je met een factor groter dan 1,5 (*nog te bepalen, bijv. 1,6*) waarde werkt, OK, maar dan is wel een proefbelasting nodig om het eindproduct goed te kunnen keuren. Lastig is nog, dat de W/C factor aan het maaiveld gemeten wordt, is anders dan op diepte van de paalpunt.

² AI: artificial intelligence, kunstmatige intelligentie

Voorspellende modellen. Ontwikkeling zal gericht moeten zijn op kwalitatief kunnen voorspellen (t.a.v. de kwaliteit van de paal: is goed / minder goed / niet goed). Niet op kwantitatief voorspellend vermogen richten. Sensor- en procesgestuurd palen maken is verre 'ideaal'-beeld. Door inbrengen van sensordata is in de toekomst – bijv. d.m.v. SBPMonitor – wellicht ook kwantitatief voorspellend vermogen beschikbaar

De sector / NVAF streeft, met de huidige mogelijkheden, naar modernisering en digitalisering. Streef er bij modellen (bijv. het BBN) wel naar het aantal bedieningsknopjes (aspecten) in die modellen beperkt en ook voor de uitvoeringspraktijk handzaam te houden. Dit geldt natuurlijk ook voor de genoemde modellering met MPM voor de simulatie van het boorproces.

3.2 Bayesian Belief Network

Het project is zoals aangegeven gericht geweest op een 'proof of concept'. Voortzetting van het onderzoek in consortiumverband, gericht op doorontwikkeling tot een instrumentarium dat inderdaad tijdens de installatie van de paal direct een uitspraak geeft over de kwaliteit van de paal is gewenst.

Voor de volgende fase van het project is een afstudeerproject gedefinieerd om dit onderwerp verder te onderzoeken, gericht op een realistische en volledige koppeling van type palen, machine data, grondgegevens, testgegevens en expert kennis aan de ene kant en de kwaliteit van de schroefboorpaal aan de andere kant.

Door middel van risicosessies met de partners, verdere literatuur onderzoek en dataverzameling, is het doel het bestaande voorlopige Bayesian Belief Network te voltooien en te valideren.


Activiteiten zijn:

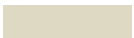
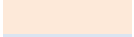

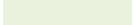
- Inventarisatie van regels voor de BBN, die moet omvatten: (1) expert kennis, (2) expertregels, incl. uitbreiding van theoretisch afgeleide regels, en (3) theoretische kennis en regels;
- Organiseren en uitvoeren van risicosessie (s) met betrokken partners, om verder te gaan met risico kwantificering en beoordeling; Kwantificering van de relaties gevonden met behulp van grote database en feedback van de partners; Gegevensverzameling van de relevante paal testgegevens (bestaande proefbelastingen (Terneuzen) en proeven die worden uitgevoerd binnen samenwerking R'dam met TUDelft), om het BBN concept te valideren
- Eind- en tussentijdse resultaten worden gedeeld en geëvalueerd met partners
- Onderzoeksvragen die verband houden met de business case:
 - Onderzoek het voorziene gebruik van het eindresultaat / product door opdrachtgevers, toezichhouders, funderingsaannemers zelf, als een middel om de kwaliteit van de gemaakte paal te demonstreren.
 - Hoe wordt het systeem gebruikt en wat moet daarvoor ontwikkeld en geïmplementeerd worden?
 - Is er een toename in de opbrengsten van de business case wanneer het niet alleen een kleine stap betreft (afronding van bestaand voorlopig BBN), maar ook een grotere stap, b.v. met inbegrip van grout injectie en andere paal typen in de BBN?

3.3 Enquête

Naast de gesprekken en de uitkomsten daarvan (paragraaf 3.1) en de mogelijkheden om het werk aan het Bayesian Belief Network voort te zetten (paragraaf 3.2), is in de Eindbijeenkomst een stemming gehouden waar, naar welk onderzoeks- / voortzettingsonderwerp, de meeste aandacht naar toe zou moeten gaan. Onderstaande tabel geeft de uitkomsten. Iedere deelnemer (kolommen A t/m G) kreeg 10 punten om te verdelen bij de eerste groep van vragen. In de meest rechtse kolom zijn de uitkomsten opgeteld. In de tabel zijn verschillende arceringen met hun eigen betekenissen gebruikt:

arcering betekenis

 Deelnemers geven aan punten over meer dan één te willen verdelen, zie de voetnoten. Voor BBN 'vervolmaken' en BBN inclusief groutinjectie 'vervolmaken' zijn de uitkomsten samengenomen omdat hier door allen de wens toe is uitgesproken.

 Technisch-inhoudelijke onderzoekslijn
 Testresultaten onderzoekslijn
 Data / AI onderzoekslijn
 BBN onderzoekslijn

Onderzoeks- / voortzettingsonderwerp		A	B	C	D	E	F	G	tot
Aandacht voor de uitvoeringswijze is van belang		2		3	2			2	9
Boorproces begrijpen			2 ³		2	2 ⁴		2 ³	8
Vorm van de punt			3				3	3	3
Grondonderzoek – kwaliteit / kwantiteit / interpretatie		1		2					3
Groutinjectie (modellering, beproeving ('tradi' en 'innov'))		2	2	1		2 ⁴		1	8
Bevindingen & Proefbelastingen		3	2	3	2	5	2 & 1	2	15
Database (artificial intelligence)		2	1			3 ⁵		1	7
Voorspellende modellen (bijv. MPM)			2	1		3	1	1	8
BBN 'vervolmaken'			6		6		2 ⁶	6	2
BBN inclusief groutinjectie 'vervolmaken'			1 ⁶		3 ⁶		1 ⁶	1 ⁶	6
Toekomst									
Verre toekomstbeeld:									
Richtlijn of protocol	Ja/ Nee	J	J ⁷	J ⁸	J ⁹	J	J	J	J

³ 'Boorproces begrijpen' in samenhang met 'Vorm van de punt'

⁴ 'Boorproces begrijpen' in samenhang met 'Groutinjectie (modellering, beproeving ('tradi' en 'innov'))'

⁵ 'Bevindingen & Proefbelastingen' koppelen aan 'Database (artificial intelligence)'

⁶ 'BBN 'vervolmaken'' koppelen aan 'BBN inclusief groutinjectie 'vervolmaken''

⁷ Gewenste totstandkoming van een 'Richtlijn' of 'protocol' als leidinggevend bij het onderzoek aanhouden

⁸ CUR richtlijn

⁹ Geeft ook duidelijkheid richting ingenieursbureaus, bijv. zodat extreme onmogelijke eisen niet meer gesteld worden (bij een geëiste W/C factor van 0,7 loopt de paal vast in zandlaag)

Consortium									
Consortium uitbreiden	Ja/ Nee	J	J	J	N	J	J		J
Zo ja, met welke partijen		10	11	12		13	14	15	
Zo nee, waarom niet					16				
Wat kan de bijdrage zijn (in kind / in cash)	k€ / k€	5 / 0	5 / 5	5 / 0	5 / 0	0 / 5	5 / 0	5 / 0 17	
Bundeling									
Niet ter discussie:									
Bundeling van onderzoek			18			19	20		

4 Geleverde rapporten

De volgende rapporten en memo's zijn van belang bij voortzetting:

Kwaliteit en procesparameters van grondverdringende schroefpalen - DEL037

Deltares rapport 1221317-000-GEO-0013, Ruud Stoevelaar en Ana Martins Teixeira, Versie 2, 30 juni 2017, definitief

In deze studie zijn afgeleid:

- Eisen aan de verhouding (toerental van het boren) * (spoed van de boorkop) / (zakkingssnelheid van de casing) gekoppeld aan verhouding kerndiameter d_0 / boordiameter d
- Eisen voor de pull-down en de verhouding pull-down/boormoment gerelateerd aan sondeergegevens (q_c en R_f)

¹⁰ Tubex, Kandt, Fugro (omwille van gegevens)

¹¹ NVAF breed opzetten, zie ook ¹⁸

¹² Consortium klein, vertrouwd houden. Wel naar buiten treden met kennis delen en resultaten openbaar maken

¹³ Funderingsbedrijven meenemen voor aanleveren data, ze hoeven zeker niet allemaal mee te doen in de kennisontwikkeling in (de kern van) het consortium.

Fabrikant van data acquisitie meenemen i.v.m. ontwikkelen standaard.

¹⁴ Niet teveel partijen aan tafel, wel ook een (extern) adviesbureau

¹⁵ Geen mening

¹⁶ Belangrijkste partijen zijn nu aangehaakt

¹⁷ Geen mening

¹⁸ Geduld bij dit consortium en onderzoek, niet te hard willen lopen t.o.v. andere onderzoeken. Van elkaar en van verschillende onderzoeksgroepen weten wat er gedaan wordt. Leiding bij Ken Gavin?

¹⁹ Zeker

²⁰ In combinatie met ander onderzoek waar proefbelastingen worden uitgevoerd (bijv. α_p (en α_s) onderzoek)

"Procesparameters en kwaliteit van de in grond gevormde palen": Tot nu bereikte resultaten en voorstel voor volgende stappen

Deltares memo 1221317-000-GEO-0017, Ana Teixeira, 3 februari 2017
Deltares memo 1221317-000-GEO-0020, Aron Noordam en Ana Teixeira, 21 juni 2017

In deze memo('s) zijn, t.b.v. de modellering en het BBN, vooral behandeld:

- Samenvatting literatuuronderzoek (rapport 1221317-000-GEO-0013)
- Input - database verzamelen en data-processing
- Gekozen regels voor inboor en maakproces, t.b.v. opname in het BBN
- Het BBN zelf
- Voorbeeld van de data-processing (en BBN fase I)
- Verder onderzoek en toepassing, met betrekking tot 3 casussen in Nederland

Rapport 20170524 - Procesparameters en kwaliteit van de in grond gevormde palen - stap I

Dit rapport geeft een samenvatting van de op 2017-05-24 gehouden werk sessie met de leden van het consortium. Naast bespreking van de bestaande relaties in de BBN's n.a.v. de 3 casussen is aan de deelnemers gevraagd ontbrekende aspecten aan de BBN's toe te voegen en zijn de bestaande zowel als de nieuwe aspecten geprioriteerd naar de mate van belangrijkheid (voor gebruik in de BBN's en) voor de kwaliteit van de paal. Een overzicht is gegeven waaraan, aan welke aspecten, prioriteit gegeven kan worden bij verdere uitbreiding van de BBN's.

Report 201707 - Procesparameters en kwaliteit van de in grond gevormde palen - stap I

Dit rapport is vergelijkbaar met het voorgaande rapport. Het betreft echter niet een werksessie met de leden van het consortium, maar met leden van Contactgroep 4 van de NVAF ("in de grond gevormde technieken") die via internet in de maanden juli en september 2017 is uitgevoerd.

5 Publikaties

- Geotechniek – n.t.b.
- Stadswerk Magazine – n.t.b., wellicht kort bericht in nr.8, thema Mobiliteit, special Verkeer en innovatie/ infra, kopijdatum 29-08, bij abonnee 10-10
- Paper 'Systematically interpreting process parameters and the quality of pile foundations', 6th International Young Geotechnical Engineers' Conference (iYGEC6), parallel to 19th ICSMGE in Seoul, Zuid-Korea, 17 – 22 september 2017
- Deltares R&D highlights 2016, blz. 106-107, 'Machine data and the quality of screw displacement piles'
- NVAF jaarboek, 'Procesparameters en kwaliteit van in de grond gevormde schroefpalen'

6 Website

<https://tinyurl.com/lo27fdt>

7 Overige producten

- Geleverd zijn geïnterpreteerde data van palen aan VSF en Van 't Hek:
SummaryTable_VantHek_AMSkwi.xlsx
- SummaryTable_VSFSchiphol.xlsx
- SummaryTable_VantHek_Delft.xlsx
- FinalLateXreport_VSF_schiphol.pdf
- FinalLateXreport_AMSkwi.pdf
- FinalLateXreport_Delft.pdf

8 Bijlage: pdf van BBN layout